



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 197 39 081 C 1

51 Int. Cl.⁶:
F 16 H 55/28
F 16 H 57/12
B 23 Q 5/56
F 16 H 33/18

21 Aktenzeichen: 197 39 081.1-12
22 Anmeldetag: 6. 9. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 1. 99

DE 197 39 081 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

A. Mannesmann Maschinenfabrik GmbH & Co KG,
42859 Remscheid, DE

74 Vertreter:

Bonnekamp, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 40476 Düsseldorf

72 Erfinder:

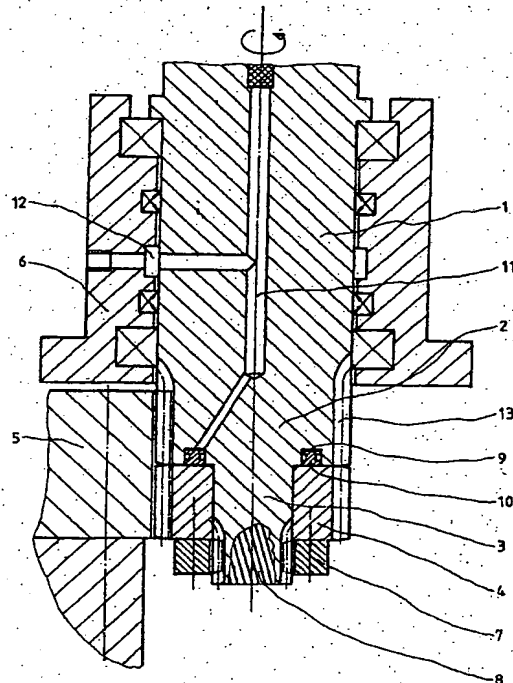
Grüttner, Ulrich, 42929 Wermelskirchen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE-AS 15 52 222
DE 38 03 427 A1
US 20 81 644
DIN 868, Dez. 1976;

54 Variabel vorspannbares spielfreies Vorschubgetriebe eines Ritzel-Zahnstangen-Antriebs

57 Die Erfindung betrifft ein Vorschubgetriebe mit zwei ko-axial angeordneten, in axialer Richtung getrennten Ritzeln (2, 4), die gegenläufig verspannt mit einer Zahnstange (5) kämmen. Dabei ist ein Ritzel (2) einstückig am abtriebsseitigen Ende einer spielfrei angetriebenen steifen Ritzelwelle (1) angeordnet. Am freien Ende ist in Verlängerung der Ritzelwelle (1) ein Abtriebszapfen (3) mit Außenschrägverzahnung (8) und auf dem Abtriebszapfen (3) ein Vorspannritzel (4) beweglich angeordnet. Dabei kämmt das Vorspannritzel (4) ebenfalls mit der Zahnstange (5) und weist stirnseitig befestigt ein innenschrägverzahntes Hohlzahnrad (7) auf, das in die Außenschrägverzahnung (8) eingreift. In der Stirn des Ritzels (2) ist zwischen Abtriebszapfen (3) und Außenverzahnung (13) in einer Ringnut (9) axial beweglich und antreibbar ein Ringkolben (10) eingelassen.



DE 197 39 081 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Vorschubgetriebe mit zwei koaxial angeordneten, in axialer Richtung getrennten Ritzeln, die gegenläufig verspannt mit einer Zahnstange kämmen.

Ritzel-Zahnstangen-Antriebe sind sehr verbreitete Antriebssysteme, an die insbesondere im Werkzeugmaschinenbau ganz besondere Ansprüche hinsichtlich Präzision und Dauerstandseigenschaften gestellt werden. Eine besonders wichtige Forderung an diese Antriebe ist die spielfreie Vorschubübertragung in beide Bewegungsrichtungen. Stand der Technik zur Spielfreistellung von Ritzel-Zahnstangen-Systemen sind Lösungen mit mehrstufigen, mehrachsigen Getrieben. Diese Getriebesysteme sind sehr aufwendig in der Herstellung, haben ein großes Trägheitsmoment und benötigen einen großen Bauraum, der im modernen Werkzeugmaschinenbau nur begrenzt vorhanden ist.

Eine Ausführungsvariante wird in der DE-AS 15 52 222 dargestellt. Es wird ein spielfreies Zahnstangen-Ritzelgetriebe beschrieben, wo zwei jeweils mit einer Welle drehfest verbundene Zahnräder in eine Zahnstange eingreifen. Der Antrieb erfolgt von einer Antriebswelle auf zwei Zwischenwellen. Die Antriebswelle trägt zwei gegensinnig schrägverzahnte Zahnräder, die wiederum mit zwei entsprechenden Zahnrädern der beiden Zwischenwellen kämmen. Die Antriebswelle ist federnd oder hydraulisch axial verschiebbar. Durch Wirkung der Schrägverzahnung wird eine Spielbeseitigung der Antriebsräder in der Zahnstange erzielt.

Aus der DE 38 03 427 A1 ist ein Zahnradgetriebe bekannt, bei dem zur Spielbeseitigung ein Ritzel auf der Ritzelwelle hydraulisch axial verschoben werden kann. Da die das Zahnradgetriebe bildenden Zahnräder schrägverzahnt sind, kann durch die Axialverschiebung eine Vorspannung der Zahnräder und die Beseitigung des Flankenspiels erreicht werden.

In der US 2,081,644 ist ein Zahnrad offenbart, das axial aus zwei Zahnradhälften zusammengesetzt ist. Dabei kann eine Zahnradhälfte hydraulisch in Umfangsrichtung gegen die andere verdreht werden, wodurch ein Flankenspiel beseitigt werden kann.

Es sind auch mechanisch wirkende Zahnflankenverspannsysteme bekannt, bei denen durch einen radial wirkende Federvorspannung zwischen zwei axial getrennten Zahnradpaaren, die mit einem Zahnrad oder einer Zahnstange kämmen, der Wechsel der Flankenberührung vermieden wird. Dabei handelt es sich um ein einfaches und relativ wenig aufwendiges System, mit dem aber keine hohen Axialkräfte übertragbar sind. Daher ist die Anwendung überwiegend auf Meßaufgaben und Meßmaschinen beschränkt, wo sich das System bewährt hat. Für dynamisch belastete Vorschubantriebe im Werkzeugmaschinenbau sind diese Systeme aber nicht geeignet.

Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Lösung für die Spielfreiheit von Ritzel-Zahnstangen-Antrieben durch eine möglichst einfache Integration bei geringem Platzbedarf und Trägheitsmoment vorzuschlagen, mit dem hohe Kräfte übertragen werden können und sich somit erheblich durch reduzierten Platzbedarf und Aufwand gegenüber dem Stand der Technik abhebt.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, daß ein Ritzel einstückig am abtriebsseitigen Ende einer spielfrei angetriebenen steifen Ritzelwelle angeordnet ist und am freien Ende in Verlängerung der Ritzelwelle ein Abtriebszapfen mit Außenschrägverzahnung und auf dem Abtriebszapfen das andere Ritzel als ein Vorspannritzel beweglich angeordnet ist, wobei das Vorspannritzel stirnseitig befestigt ein innenschrägverzahntes Hohlzahnrad aufweist, das in die Außenschrägverzahnung eingreift, und daß in der Stirn des Ritzels zwei-

schen Abtriebszapfen und Außenverzahnung in einer Ringnut axial beweglich und antreibbar ein Ringkolben eingelassen ist.

Ein solches Vorschubgetriebe hat den Vorteil, auf kleinstem Raum und ohne das Erfordernis weiterer Getriebestufen eine spielfreie Verspannung der beiden koaxial angeordneten Ritzel gegen die gegenüberliegenden Flanken der Zahnstangenverzahnung zu ermöglichen. Hiermit sind auch große Kräfte übertragbar, wobei in jeder Übertragungsrichtung die Breite eines Ritzelzahns mit etwa der halben Breite eines Zahnstangenzahns im Eingriff steht. Damit ist zudem durch die Antreibbarkeit des Ringkolbens die Möglichkeit gegeben, durch Steuerung der Antriebskraft die Verspannung in Abhängigkeit von der Maschinenbelastung einstellen zu können. Wird in einer besonderen Ausführungsform dieser Antrieb des Ringkolbens hydraulisch bewirkt, hat dies den besonderen Vorteil, daß die Verspannung in einer sehr genau angepaßten Abstufung auf die verschiedenen Maschinenbelastungsfälle abgestellt werden kann.

Eine Ausführungsform, bei der das auf der Stirnseite des Vorspannritzels anzuordnende Hohlzahnrad ein getrenntes Bauteil ist, das auf das Vorspannritzel fest aufgeschraubt wird, bringt einen erheblichen fertigungstechnischen Vorteil. Die verschiedenen hochpräzisen Verzahnungen können individuell optimiert werden, bevor die beiden Bauteile durch Verschraubung fest miteinander verbunden werden.

Die erwähnten und weitere Vorteile werden verdeutlicht bei der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das in beigefügter Zeichnung stark schematisiert dargestellt ist. In dem in überwiegend geschnittener Seitenansicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist die angetriebene Ritzelwelle 1 zu erkennen, die gelagert und gegen Axialbewegung gesichert ist. Am abtriebsseitigen Ende ist an der Ritzelwelle 1 ein Ritzel 2 ausgebildet, an dessen Stirnseite wiederum einstückig ein Zapfen 3 angeordnet ist. Auf dem Abtriebszapfen 3 ist, wie in dem nicht geschnittenen Ausschnitt am Zapfenende erkennbar, eine Außenschrägverzahnung 8 aufgebracht.

Auf dem Abtriebszapfen 3 ist konzentrisch ein ringförmiges Vorspannritzel 4 beweglich angeordnet. Beide Ritzel 2 und 4 kämmen mit einer Zahnstange 5, wobei beide Ritzel mit im wesentlichen gleich breiten Ritzelzähnen mit etwa der halben Breite der Zahnstangenverzahnung im Eingriff stehen. Wie weiter unten noch erläutert wird, stehen die beiden Ritzel gegen die jeweils gegenüberliegenden Flanken der Zahnstangenverzahnung im Eingriff.

Stirnseitig ist auf dem Vorspannritzel 4 ein innenverzahntes Hohlzahnrad 7 befestigt. Mit seiner Innenschrägverzahnung greift dieses Hohlzahnrad 7 in die Außenschrägverzahnung 8 auf dem Abtriebszapfen 3 ein. In die ringförmige Stirn des Ritzels 2, die den Abtriebszapfen 3 umgibt, ist eine ringförmige Nut 9 eingelassen, in der ein Ringkolben 10 angeordnet ist. Der Ringkolben 10 ist in seiner Grundposition mit der äußeren Stirnfläche des Ritzels 2 bündig oder gar gegenüber der Stirnfläche etwas zurückversetzt. Der Ringkolben 10 ist in der Nut 9 axial verschiebbar und seitlich gegen die Nutwände hydraulisch abgedichtet. Der Grund der Nut 9 gehört, in dem eine Hydraulikflüssigkeit geführt wird. Diese Hydraulikflüssigkeit wird dem Kanalsystem durch eine Radialbohrung in der Ritzelwelle 1 zugeführt, die in Verbindung mit einer peripheren Ringnut 12 steht, die in der Lageranordnung 6 für die Ritzelwelle 1 vorgesehen ist. Oberhalb und unterhalb der Ringnut 12 ist die Ritzelwelle gegen das Lager 6 ebenfalls hydraulisch abgedichtet.

Wird über das Kanalsystem 11 ein hydraulischer Druck auf die Bodenfläche des Ringkolbens 10 aufgegeben, verschiebt sich dieser in axialer Richtung nach außen und

drückt dabei gegen das Vorspannritzel 4 und bewegt dieses mit dem daran befestigten Hohlzahnrad 7 nach außen. Da die Innenschragverzahnung des Hohlzahnrad 7 in die Außenschragverzahnung 8 des Abtriebszapfens 3 eingreift, werden Vorspannritzel 4 und das daran befestigte Hohlzahnrad 7 nicht nur axial nach außen bewegt; sie führen auch entsprechend der Steigung der Außenschragverzahnung 8 eine Drehbewegung um die Ritzel- bzw. Abtriebszapfenachse aus. Durch diese Drehbewegung wird das Vorspannritzel 4 in Bezug auf das Ritzel 2 soweit in Umfangsrichtung versetzt, bis die Außenverzahnung 13 des Ritzels 2 an der einen Flanke und die Außenverzahnung des Vorspannritzels 2 an der gegenüberliegenden Flanke der Zahnstange 5 anliegt. Durch entsprechende Steuerung des hydraulischen Drucks kann die Kraft, mit der der Ringkolben 10 Vorspannritzel 4 nach außen drückt, entsprechend der Maschinenbelastung eingestellt werden. Damit ist die lastabhängige Spielfreistellung des Ritzel-Zahnstangen-Antriebs in beiden Richtungen darstellbar.

Die Axialbewegung von Vorspannritzel 4 und darauf befestigtem Hohlzahnrad 7 ist durch das Spiel ihrer Außenverzahnung in der Zahnstange 5 bestimmt. Auf diese Strecke ist der Abstand der Dichtelemente zwischen Ringkolben 10 und Nut 9 von der ringförmigen Stirnfläche des Ritzels 2 abzustellen.

Patentansprüche

1. Vorschubgetriebe mit zwei koaxial angeordneten, in axialer Richtung getrennten Ritzeln (2, 4), die gegenläufig verspannt mit einer Zahnstange (5) kämmen, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ritzel (2) einstückig am abtriebsseitigen Ende einer spielfrei angetriebenen steifen Ritzelwelle (1) angeordnet ist und am freien Ende in Verlängerung der Ritzelwelle (1) ein Abtriebszapfen (3) mit Außenschragverzahnung (8) und auf dem Abtriebszapfen (3) das andere Ritzel als ein Vorspannritzel (4) beweglich angeordnet ist, wobei das Vorspannritzel (4) stirnseitig befestigt ein innenschragverzahnungtes Hohlzahnrad (7) aufweist, das in die Außenschragverzahnung (8) eingreift, und daß in der Stirn des Ritzels (2) zwischen Abtriebszapfen (3) und Außenverzahnung (13) in einer Ringnut (9) axial beweglich und antreibbar ein Ringkolben (10) eingelassen ist.
2. Vorschubgetriebe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringkolben (10) seitlich in der Ringnut (9) hydraulisch abgedichtet und von seiner Bodenfläche her durch eine unter einstellbarem Druck gespannte Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist, wobei die Hydraulikflüssigkeit über ein in die Ritzelwelle integriertes Kanalsystem (11) und diesem über eine abgedichtete periphere Ringnut (12) in der Lagerung der Ritzelwelle (1) zuführbar ist.
3. Vorschubgetriebe gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlzahnrad (7) stirnseitig auf dem Vorspannritzel (4) festschraubbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

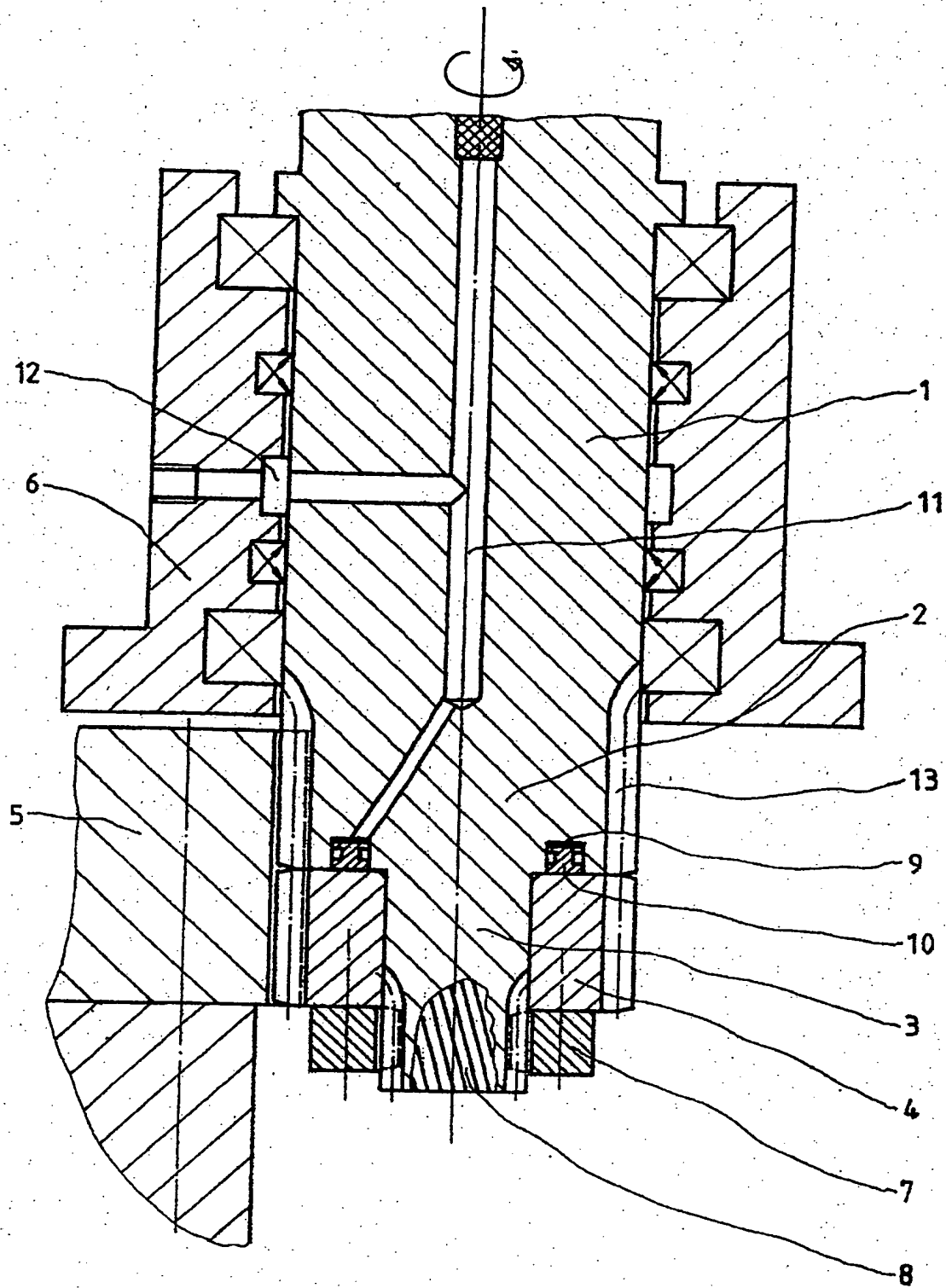


Fig. 1